

## PENGARUH RASIO KOMPRESI TERHADAP EMISI GAS BUANG CO DAN HC DENGAN BAHAN BAKAR LIQUEFIED PETROLEUM GAS PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA JUPITER Z 110 CC

**Ifnu Taufik Indrawan, C. Sudibyo, Basori**

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, FKIP, UNS  
Kampus UNS Pabelan JL. Ahmad Yani 200, Surakarta, Telp/Fax (0271) 718419

Email: [farewell.rhapsody@gmail.com](mailto:farewell.rhapsody@gmail.com)

### ABSTRACT

*The objective of this research are: (1) To investigate the effects of compression ratio to CO and HC emissions of exhaust gas by using liquefied petroleum gas as fuel on Yamaha Jupiter Z 110 cc motorcycle. (2) To investigate the lowest amount of CO and HC emissions of exhaust gas on Yamaha jupiter Z 110 cc motorcycle using liquefied petroleum gas as fuel after varying its compression ratio. The method used in this research was an experimental method. The research was conducted at the Laboratory of Automotive Mechanical Engineering Education Program JPTK FKIP UNS located at Ahmad Yani street no. 200 Kartasura, Surakarta phone (0271)718419 Fax. (0271)729928. The tools used to measure the amount of CO and HC emission of exhaust gas was gas analyzer type 898 OTC Stargas Global Diagnostic. The population in this research was a Yamaha Jupiter Z 110 cc motorcycle and the sample of this research was a Yamaha Jupiter Z 110 cc motorcycle with 2P2675042 engine number that used the conversion sets such as a modified carburetor and liquefied petroleum gas as fuel. The amount of CO and HC emission of exhaust gas measurement based on SNI 09-7118.3-2005 test method which organized the measurement of L category vehicle on idle condition. The data analysis technique used in this research was descriptive investigation method. The descriptive investigation method used was comparative study. The data were obtained from the measurement result documentation of the exhaust gas emission of CO and HC by applied three different compression ratio that were 8.6 : 1 (low), 9.3 : 1 (standart) and 10 : 1 (high). Based on the result of this research, it can be concluded that: (1) The higher compression ratio of the engine caused the higher combustion chamber pressure and temperature at the end of compression stroke. The characteristic of liquefied petroleum gas that have high octane rating about 110 RON and lower flammability limit about 460°C need the high pressure and temperature before finally burned at the moment when ignition timing started. So that the high compression ratio will caused more effective combustion processes on the engine that used liquefied petroleum gas as fuel. (2) The amount of CO emission of exhaust gas produced on Yamaha Jupiter Z 110 cc motorcycle by using liquefied petroleum gas as fuel at 8.6 : 1 (low) compression ratio was 0.135 %, at 9.3 : 1 (standart) compression ratio was 0.037 % and at 10 : 1 (high) compression ratio was 0.026 %. Then the amount of HC emission of exhaust gas produced on Yamaha Jupiter Z 110 cc motorcycle by using liquefied petroleum gas as fuel at 8.6 : 1 (low) compression ratio was 1533 ppm, at 9.3 : 1 (standart) compression ratio was 1270 ppm and at 10 : 1 (high) compression ratio was 820 ppm. The measurement result data showed that the lowest amount of CO and HC emission of exhaust gas produced on Yamaha Jupiter Z 110 cc motorcycle by using liquefied petroleum gas as fuel was at 10 : 1 (high) compression ratio that was 0.026 % for CO and 820 ppm for HC.*

**Keywords:** CO and HC emissions of exhaust gas, liquefied petroleum gas, compression ratio  
**PENDAHULUAN**

Emisi gas buang kendaraan bermotor mengandung senyawa-senyawa yang dapat dikategorikan berbahaya maupun tidak berbahaya. Senyawa yang tergolong tidak berbahaya meliputi nitrogen (N), karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan uap air (H<sub>2</sub>O). Sedangkan senyawa yang tergolong berbahaya dan menjadi bahan pencemar utama meliputi karbonmonoksida (CO), berbagai senyawa hidrokarbon (HC), beberapa Oksida Nitrogen (NO<sub>x</sub>), berbagai Oksida Sulfur (SO<sub>x</sub>) dan partikulat lain seperti timbel (Pb).

Dalam kadar tertentu, senyawa-senyawa berbahaya yang terkandung dalam emisi kendaraan bermotor seperti Oksida Sulfur (SO<sub>x</sub>) dan Oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>) akan menyebabkan gangguan saluran pernafasan. Karbonmonoksida (CO) bahkan menjadi racun sistemik yang mematikan dikarenakan sifatnya yang mengikat hemoglobin dalam darah jauh lebih kuat dibandingkan dengan oksigen (O<sub>2</sub>). Hal tersebut mengakibatkan terbentuknya Karboksi Haemoglobin (COHb) sehingga menghambat pasokan oksigen ke jaringan tubuh. Hidrokarbon (HC) merupakan senyawa yang bersifat karsinogenik dan mutagenik yang diperkirakan dapat memacu timbulnya sel-sel kanker.

Untuk meminimalkan dampak-dampak tersebut, pemerintah menyusun perundang-undangan yang mengatur tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup 05 Tahun 2006. Yaitu, sepeda motor dua langkah yang diproduksi kurang dari tahun 2010, kadar CO maksimal 4,5% dan kadar HC maksimal 12000 ppm. Sepeda motor empat langkah yang diproduksi kurang dari tahun 2010, kadar CO maksimal 5,5% dan kadar HC maksimal 2400 ppm. Sedangkan sepeda motor yang diproduksi lebih dari tahun 2010 baik dua langkah maupun empat langkah, kadar CO maksimal 4,5% dan kadar HC maksimal 2000 ppm.

Permasalahan yang muncul dalam bidang perkembangan teknologi khususnya kendaraan bermotor tidak hanya terletak

pada emisi gas buang yang menjadi bahan pencemar berbahaya bagi lingkungan maupun kesehatan, akan tetapi juga ketersediaan sumber energi yang semakin langka akibat tuntutan kebutuhan yang berlebihan. Pertumbuhan kebutuhan tersebut akan terus meningkat seiring dengan perkembangan jumlah kendaraan bermotor sehingga pemerintah menekan konsumsi masyarakat dengan mengeluarkan Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 Tentang Kebijakan Energi Nasional dengan sasaran terwujudnya energi primer (*mix*) yang optimal pada tahun 2025. Penggunaan minyak bumi ditargetkan menjadi kurang dari 20%, sedangkan pemanfaatan gas bumi ditingkatkan menjadi 30%.

Salah satu bahan bakar gas yang memiliki potensi yang besar sebagai bahan bakar alternatif adalah dari jenis *Liquefied Petroleum Gas* (LPG). Akan tetapi, belum banyak praktisi otomotif di Indonesia yang tertarik untuk membuat terobosan maupun pengembangan guna mengoptimalkan keberadaannya. Sampai saat ini pemanfaatan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) lebih dominan pada peralatan rumah tangga.

Dalam kaitannya dengan penggunaan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) pada motor bensin, dimungkinkan terjadi permasalahan akibat komponen-komponen engine yang memang difungsikan sebagai mesin konversi energi untuk bahan bakar gasoline. Artinya, untuk menerapkan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) sebagai bahan bakar alternatif pada motor bensin diperlukan adanya pengembangan.

Terdapat beberapa pengembangan yang dilakukan oleh para praktisi otomotif untuk mengoptimalkan kinerja motor bensin. Di antaranya adalah memperbaiki kualitas pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar dengan meningkatkan rasio kompresi (*compression ratio*). Rasio kompresi merupakan nilai perbandingan dari volume total ruang pembakaran saat piston berada di pusat mati bawah (*bottom dead center*) dan volume total ruang pembakaran saat piston berada di pusat mati atas (*top dead center*). Dengan memperbesar rasio kompresi,

campuran bahan bakar dan udara akan meningkat tekanannya pada saat langkah kompresi sehingga dengan waktu penyalaan (*ignition timing*) yang tepat diharapkan dapat memudahkan terjadinya proses pembakaran. Kualitas pembakaran yang baik akan meningkatkan efisiensi thermal sehingga selain meningkatkan kinerja mesin, juga dapat memperbaiki emisi gas buang sebagai hasil dari proses pembakaran.

Adapun penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menyelidiki pengaruh rasio kompresi terhadap kadar emisi gas buang CO dan HC dengan bahan bakar *Liquefied Petroleum Gas* pada sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc.
2. Menyelidiki kadar emisi gas buang CO dan HC terendah pada sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc dengan bahan bakar *Liquefied Petroleum Gas* setelah diubah rasio kompresinya.

## METODE PENELITIAN

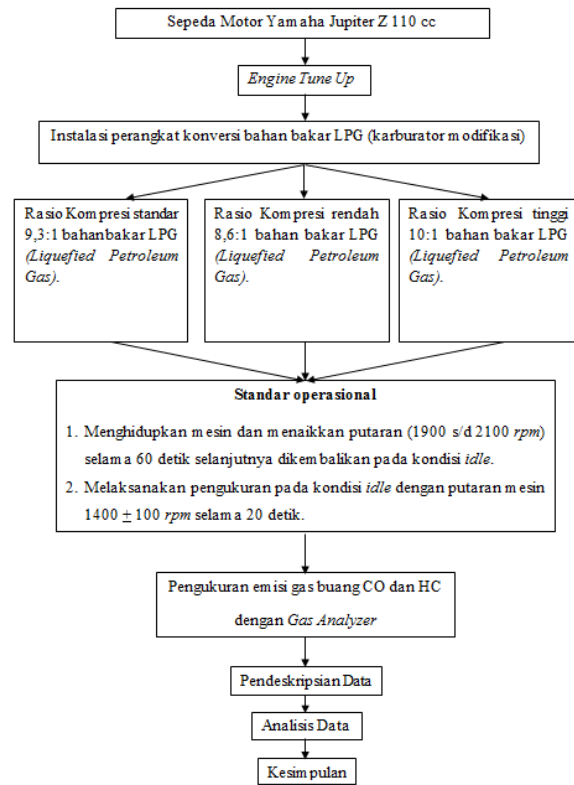
Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif di mana hasil pengukuran kemudian dilakukan analisis data menggunakan metode penyelidikan deskriptif. Penyelidikan deskriptif yang akan digunakan adalah studi komparatif. Data yang diperoleh dari hasil eksperimen dimasukkan ke dalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik kemudian dilakukan analisa tentang perhubungan sebab-akibat dan meneliti faktor-faktor tertentu yang berhubungan dengan situasi atau fenomena yang diselidiki dan membandingkan satu faktor dengan yang lain.

Sampel dari penelitian ini adalah sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc dengan nomor mesin 2P2675042 menggunakan perangkat konversi LPG berupa karburator modifikasi dan menggunakan *liquefied petroleum gas* sebagai bahan bakar. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Otomotif Program Studi Pendidikan Teknik Mesin JPTK FKIP UNS Surakarta.

Data diperoleh dari dokumentasi hasil pengujian kadar emisi gas buang CO

dan HC yang memanfaatkan *print out*/cetakan hasil pengukuran dari alat uji emisi gas buang (*gas analyzer*) tipe 898 OTC *Stargas Global Diagnostic*.

Adapun prosedur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Bagan Prosedur Penelitian.



Gambar 1. Bagan Prosedur Penelitian

Berikut merupakan modifikasi perangkat konversi bahan bakar *liquefied petroleum gas*:

1. *High Pressure Regulator*



Gambar 2. *High Pressure Regulator*

2. Selang Las Asetilin Produksi *Bridgestone Japan Excel 1.5 Mpa (15.3 kgf/cm<sup>2</sup>)*



Gambar 3. Selang Bahan Bakar LPG

### 3. *Handle*



Gambar 4. *Handle*

### 4. Keran Bahan Bakar *Idle*

Berfungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar pada saat mesin dalam kondisi *idle*.



Gambar 5. Keran Bahan Bakar *Idle*

### 5. Keran Bahan Bakar *Load Running*

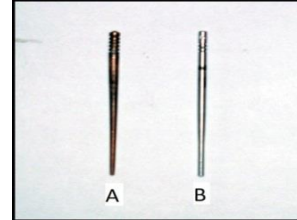
Keran bahan bakar yang dimodifikasi sedemikian rupa sehingga mampu bekerja seiring dengan *handle* dan piston skep pada karburator. Berfungsi mengatur jumlah bahan bakar LPG yang masuk ke dalam ruang bakar sesuai dengan putaran mesin.



Gambar 6. Keran Bahan Bakar *Load Running*

### 6. Modifikasi *Jet Needle*

Diameter *jet needle* dibuat tirus meruncing. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan gas LPG yang masuk ke ruang bakar.



Gambar 7. (A) *Jet Needle* Modifikasi dan (B) *Jet Needle* Standar

### 7. Menutup Saluran Udara *Main Jet* dan *Pilot Jet*

Saluran udara *main jet* dan *pilot jet* ditutup untuk menghindari kebocoran bahan bakar mengingat jalur alternatif yang digunakan sebagai saluran masuknya bahan bakar LPG terhubung dengan kedua lubang tersebut.



Gambar 8. Saluran Udara *Main Jet* dan *Pilot Jet*

### 8. Saluran Alternatif *Idle*

Berfungsi sebagai saluran bahan bakar LPG ketika mesin dalam keadaan *idle*.



Gambar 9. Saluran Alternatif *Idle*

## 9. Saluran Alternatif *Load Running*

Berfungsi menyuplai bahan bakar LPG sesuai dengan jumlah udara yang masuk ke dalam ruang bakar sehingga dapat dicapai putaran mesin yang diinginkan.

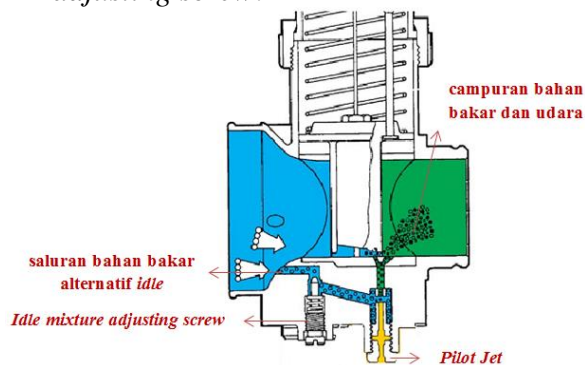


Gambar 10. Saluran Alternatif *Load Running*

Berikut merupakan skema rancang bangun dan prinsip kerja karburator modifikasi:

### 1. Putaran *idle*

Bahan bakar akan mengalir menuju venturi bagian dalam karburator dan bercampur dengan sejumlah udara yang melewati celah pada sisi *piston skep*. Jumlah bahan bakar yang masuk dapat diatur dengan *idle mixture adjusting screw*.

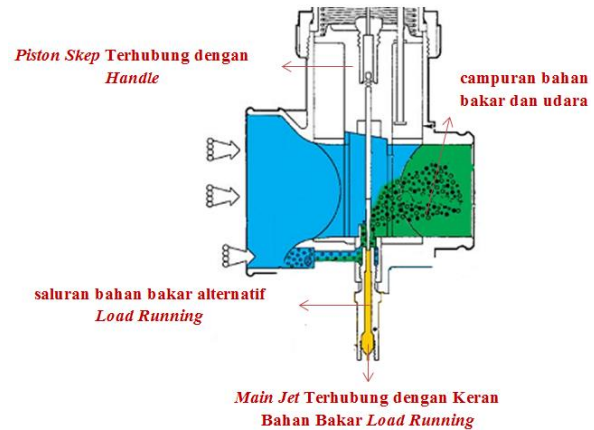


Gambar 11. Skema Kerja Karburator Modifikasi pada Putaran *Idle*

### 2. Putaran *Load Running*

Ketika *piston skep* terangkat akan terbentuk celah pada venturi sehingga sejumlah udara akan masuk. Pada saat yang bersamaan, *jet needle* akan terangkat dan menyebabkan terbentuknya celah pada *needle jet*, sehingga sejumlah

bahan bakar *Liquefied petroleum gas* akan melewati celah tersebut dan bertumbukan dengan partikel udara untuk kemudian masuk ke dalam ruang bakar.



Gambar 12. Skema Kerja Karburator Modifikasi pada Putaran *Load Running*

Tahap eksperimen pada penelitian ini dilakukan dengan merubah rasio kompresi sepeda motor Yamaha Jupiter z 110 cc dari kondisi standar menjadi lebih rendah dan lebih tinggi. berikut merupakan desain variasi rasio kompresi:

Tabel 1. Desain Variasi Rasio Kompresi

Kategori	Rasio Kompresi	Modifikasi
Rendah	8,6 : 1	Menambah volume ruang bakar dengan menggunakan tiga gasket kepala silinder (asumsi tebal 0,3 mm)
Standar	9,3 : 1	Standar dari pabrikan (menggunakan satu gasket).
Tinggi	10 : 1	Mengurangi volume ruang bakar dengan mengurangi permukaan blok silinder 0,5 mm.

Berikut merupakan perhitungan mengenai rasio kompresi engine yang dilakukan dengan menggunakan rumus volume silinder:

#### 1. Perhitungan Volume Silinder ( $V_2$ )

$$V_2 = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

( $t$  = piston displacemet)

#### 2. Perhitungan Volume Ruang Bakar ( $V_1$ )

$$\frac{V_1 + V_2}{V_1} = 9,3$$



(9,3 merupakan rasio kompresi standar engine)

### 3. Perhitungan Volume Gasket

$$V_{\text{gasket}} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

(t = tebal gasket)

### 4. Perhitungan volume pengurangan blok silinder sebesar 0,5 mm.

$$V_{\text{pengurangan 0,5 mm}} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

(t = tebal pengurangan permukaan silinder)

Setelah mengetahui nilai dari perhitungan-perhitungan tersebut maka akan dapat dihitung rasio kompresi engine dengan variasi penambahan 3 gasket maupun rasio kompresi engine setelah pengurangan permukaan silinder sebesar 0,5 mm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kadar Emisi Gas Buang CO

Tabel 2. Hasil Pengamatan Kadar Emisi Gas Buang CO pada Rasio Kompresi 9,3 : 1, 8,6 : 1 dan 10 : 1 dengan Menggunakan Bahan Bakar *Liquefied Petroleum Gas* (%)

No.	Rasio Kompresi		
	8,6 : 1 (Rendah)	9,3 : 1 (Standar)	10 : 1 (Tinggi)
1	0,138	0,040	0,035
2	0,144	0,033	0,024
3	0,124	0,037	0,020
Jumlah	0,406	0,11	0,079
Rata – rata	0,135	0,037	0,026

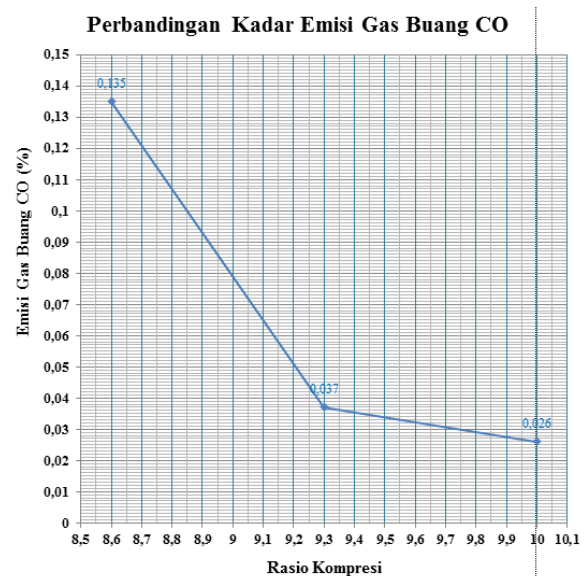
Berdasarkan Tabel 2. diperoleh hasil pengujian kadar emisi gas buang CO pada rasio kompresi 8,6 : 1 (rendah) untuk pengujian pertama sebesar 0,138 %, pada pengujian kedua sebesar 0,144 % dan pada pengujian ketiga sebesar 0,124 %. Dari ketiga pengujian tersebut diperoleh hasil kadar emisi gas buang CO rata-rata 0,135 %.

Kadar emisi gas buang CO pada rasio kompresi 9,3 : 1 (standar) untuk pengujian pertama sebesar 0,040 %, pada pengujian

kedua sebesar 0,033 % dan pada pengujian ketiga sebesar 0,037 %. Dari ketiga pengujian tersebut diperoleh hasil kadar emisi gas buang CO rata-rata 0,037 %.

Kadar emisi gas buang CO pada rasio kompresi 10 : 1 (tinggi) untuk pengujian pertama sebesar 0,035 %, pada pengujian kedua sebesar 0,024 % dan pada pengujian ketiga sebesar 0,020 %. Dari ketiga pengujian tersebut diperoleh hasil kadar emisi gas buang CO rata-rata 0,026 %.

Berikut merupakan penyajian data hasil pengamatan kadar emisi gas buang CO pada rasio kompresi 8,6 : 1, 9,3 : 1 dan 10 : 1 dalam bentuk grafik:



Gambar 13. Grafik Kadar Emisi Gas Buang CO pada Rasio Kompresi 9,3 : 1, 8,6 : 1 dan 10 : 1 dengan Menggunakan Bahan Bakar *Liquefied Petroleum Gas*

Gambar 13. Menunjukkan bahwa kadar emisi gas buang CO pada penggunaan bahan bakar *liquefied petroleum gas* relatif rendah. Karbonmonoksida (CO) merupakan senyawa yang terbentuk ketika tidak terdapat cukup oksigen (O<sub>2</sub>) di dalam ruang bakar. Apabila bahan bakar tidak dapat terbakar secara sempurna senyawa karbon sebagai penyusun utama bahan bakar fosil akan membentuk senyawa karbonmonoksida (CO) (Mamidi, T. , Suryawnshi J.G).

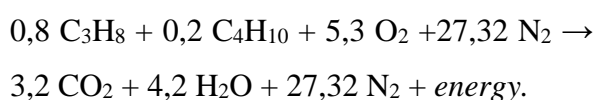
Berikut merupakan reaksi-reaksi kimia yang terjadi selama berlangsungnya proses pembakaran:



Reaksi pertama menjelaskan bahwa proses pembakaran atom karbon dalam bahan bakar oleh oksigen ( $O_2$ ) akan menghasilkan senyawa karbonmonoksida sebagai produk dari proses pembakaran. Reaksi kedua menjelaskan bahwa karbonmonoksida (CO) merupakan fase awal (*intermediet*) terhadap keseluruhan reaksi yang terjadi di dalam ruang bakar. Karbonmonoksida (CO) yang terbentuk pada reaksi pertama selanjutnya akan kembali bereaksi terhadap oksigen ( $O_2$ ) sehingga terbentuk produk akhir reaksi berupa karbondioksida ( $CO_2$ ). Reaksi pertama berlangsung sepuluh kali lebih cepat bila dibandingkan dengan reaksi kedua.

Akan tetapi, permasalahan yang timbul pada proses pembakaran muncul ketika jumlah molekul oksigen yang dibutuhkan untuk reaksi kedua tidak cukup banyak. Selain itu, reaksi kedua terjadi dalam waktu sepuluh kali lebih lambat bila dibandingkan dengan reaksi pertama. Terdapat juga kemungkinan terjadinya aliran turbulensi yang buruk antara bahan bakar dan udara sehingga tidak dapat tercampur secara sempurna dan memunculkan area-area yang kekurangan oksigen ( $O_2$ ). Sehingga seringkali reaksi kedua tidak dapat berlangsung baik dan sejumlah senyawa karbonmonoksida (CO) yang tidak dapat bereaksi dengan oksigen ( $O_2$ ) pada akhirnya turut keluar bersama dengan emisi gas buang lainnya.

Senyawa penyusun utama *liquefied petroleum gas* adalah *propane* ( $C_3H_8$ ) dan *butane* ( $C_4H_{10}$ ) dimana reaksi kesetimbangan kimia pada proses oksidasi *liquefied petroleum gas* adalah:



Dari persamaan reaksi tersebut dapat diketahui bahwa *liquefied petroleum gas* tidak membutuhkan terlalu banyak oksigen ( $O_2$ ) sehingga reaksi-reaksi yang terjadi selama proses pembakaran dapat berlangsung lebih sempurna.

Berdasarkan Gambar 13. dapat diketahui bahwa kadar emisi gas buang CO terus mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya rasio kompresi. Rasio kompresi menunjukkan sejauh mana campuran bahan bakar dan udara yang masuk selama langkah hisap (*suction stroke*) dimampatkan selama langkah kompresi (*compression stroke*). Semakin tinggi rasio kompresi sebuah engine, maka akan meningkatkan energi turbulensi kinetik yang berperan penting dalam proses pencampuran bahan bakar dan udara serta keefektifan proses pembakaran (Syed Al M.M., Nazrul Islam S.M., Sapuan, S.M., Megat, H.M.).

Bila ditinjau dari karakteristiknya, *liquefied petroleum gas* memiliki kerapatan molekul yang jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan gasoline, yaitu  $15 \text{ kg/m}^3$ , hal tersebut memungkinkan campuran antara bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar berada pada tingkat homogenitas yang lebih baik. Sehingga kadar emisi gas buang CO yang paling rendah dalam penelitian ini diperoleh pada engine dengan penerapan rasio kompresi 10 : 1 (tinggi).

## 2. Kadar Emisi Gas Buang HC

Tabel 3. Hasil Pengamatan Kadar Emisi Gas Buang HC pada Rasio Kompresi 9,3 : 1, 8,6 : 1 dan 10 : 1 dengan Menggunakan Bahan Bakar *Liquefied Petroleum Gas* (ppm)

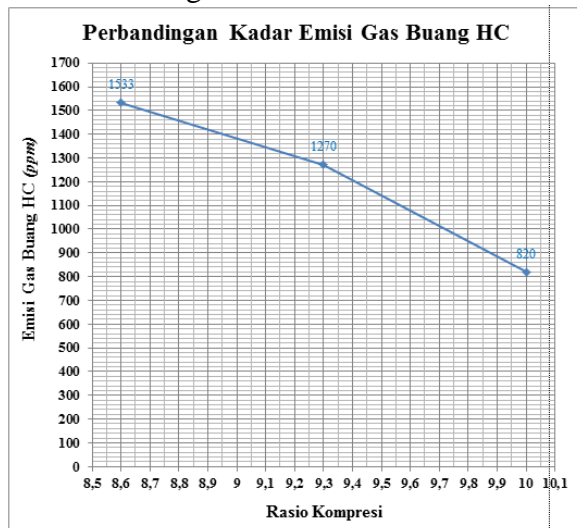
No. Pengujian (Replikasi)	Rasio Kompresi		
	8,6 : 1 (Rendah)	9,3 : 1 (Standar)	10 : 1 (Tinggi)
1	1589	1298	809
2	1532	1277	841
3	1538	1236	810
Jumlah	4659	3811	2460
Rata – rata	1533	1270	820

Berdasarkan Tabel 3. diperoleh hasil kadar emisi gas buang HC pada rasio kompresi 8,6 : 1 (rendah) untuk pengujian pertama sebesar 1589 *ppm*, pada pengujian kedua sebesar 1532 *ppm* dan pada pengujian ketiga sebesar 1538 *ppm*. Dari ketiga pengujian tersebut diperoleh hasil kadar emisi gas buang HC rata-rata 1533 *ppm*.

Kadar emisi gas buang HC pada rasio kompresi 9,3 : 1 (standar) untuk pengujian pertama sebesar 1298 *ppm*, pada pengujian kedua sebesar 1277 *ppm* dan pada pengujian ketiga sebesar 1236 *ppm*. Dari ketiga pengujian tersebut diperoleh hasil kadar emisi gas buang HC rata-rata 1270 *ppm*.

Kadar emisi gas buang HC pada rasio kompresi 10 : 1 (tinggi) untuk pengujian pertama sebesar 809 *ppm*, pada pengujian kedua sebesar 841 *ppm* dan pada pengujian ketiga sebesar 810 *ppm*. Dari ketiga pengujian tersebut diperoleh hasil kadar emisi gas buang HC rata-rata 820 *ppm*.

Berikut merupakan penyajian data hasil pengamatan kadar emisi gas buang HC pada rasio kompresi 8,6 : 1, 9,3 : 1 dan 10 : 1 dalam bentuk grafik:



Gambar 14. Grafik Kadar Emisi Gas Buang HC pada Rasio Kompresi 9,3 : 1, 8,6 : 1 dan 10 : 1 dengan Menggunakan Bahan Bakar *Liquefied Petroleum Gas*

Berdasarkan Gambar 14. dapat diketahui bahwa kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) terus mengalami

penurunan seiring dengan meningkatnya rasio kompresi.

Hidrokarbon (HC) merupakan senyawa utama penyusun bahan bakar fosil, sehingga keberadaannya dalam gas buang kendaraan merupakan akibat dari bahan bakar yang tidak ikut terbakar selama berlangsungnya proses pembakaran (emissions #1 – combustion chemistry, toyota motor sales, U.S.A).

Bila ditinjau dari karakteristiknya, liquefied petroleum gas memiliki temperatur penyalaan minimal (*lower flammability limit/auto ignition temperature*) sebesar 724°K / 450.85°C serta angka oktan (*research octane number*) 105+ (Albela H. Pundkar, S.M. Lawankar & Sameer Deshmukh, 2012:1).

Angka oktan menunjukkan seberapa besar ketahanan bahan bakar untuk dapat bertahan tidak terbakar sebelum busi memercikkan bunga api di dalam ruang bakar. Dalam kaitannya dengan rasio kompresi, angka oktan menunjukkan berapa besar tekanan maksimum yang bisa diberikan di dalam mesin sebelum bahan bakar terbakar secara spontan. Semakin tinggi angka oktan sebuah bahan bakar, maka semakin tinggi juga ketahanannya terhadap pembakaran spontan. Selain itu, besarnya angka oktan adalah untuk mengatur periode penundaan (*delay period*) sehingga nyala pembakaran yang terjadi dapat teratur dimulai dari busi sebagai titik mula pembakaran hingga bagian yang paling dekat dengan dinding ruang bakar. Semakin tinggi nilai oktan bahan bakar, maka akan memiliki periode penundaan yang semakin panjang.

Rasio kompresi 8,6 : 1 artinya volume antara campuran bahan bakar dan udara pada saat langkah hisap dimampatkan 8,6 kali dari volume terakhirnya selama langkah kompresi. Dengan kata lain, pada rasio kompresi 8,6 : 1, tekanan dan temperatur ruang bakar pada saat akhir langkah kompresi belum mampu mempersiapkan bahan bakar untuk mampu terbakar saat dimulainya waktu pembakaran/saat busi memercikkan bunga api. Sehingga bahan bakar yang tidak



terbakar ikut keluar bersama gas buang sebagai sisa pembakaran.

Pada rasio kompresi 9,3 : 1 (standar), kadar emisi gas buang Hidrokarbon (HC) mengalami penurunan sebesar 263 ppm bila dibandingkan dengan rasio kompresi 8,6 : 1 (rendah). Namun demikian kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) yang paling rendah dihasilkan pada engine dengan penerapan rasio kompresi 10 : 1 (tinggi). Bila dibandingkan dengan rasio kompresi 8,6 : 1 (rendah) terdapat penurunan kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) sebesar 713 ppm. Artinya, pada rasio kompresi 10 : 1 (tinggi) tekanan dan temperatur ruang bakar pada saat akhir langkah kompresi lebih sesuai dengan karakteristik bahan bakar *liquefied petroleum gas* terbakar sehingga proses pembakaran berlangsung lebih sempurna.

## KESIMPULAN

1. Semakin tinggi rasio kompresi sebuah engine, maka semakin tinggi juga tekanan dan temperatur ruang bakar pada saat akhir langkah kompresi. Karakteristik *liquefied petroleum gas* yang memiliki angka oktan tinggi sekitar 110 RON dan batas nyala bawah 460°C membutuhkan tekanan dan temperatur yang tinggi sebelum akhirnya terbakar pada saat waktu pengapian dimulai, sehingga rasio kompresi yang tinggi akan menyebabkan pembakaran yang lebih sempurna pada mesin yang menggunakan bahan bakar *liquefied petroleum gas*.
2. Kadar emisi gas buang CO yang dihasilkan sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc dengan bahan bakar *Liquefied Petroleum Gas* pada rasio kompresi 8,6 : 1 (rendah) sebesar 0,135 %, pada rasio kompresi 9,3 : 1 (standar) sebesar 0,037 % dan pada rasio kompresi 10 : 1 (tinggi) sebesar 0,026 %. Sedangkan kadar emisi gas buang HC yang dihasilkan sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc dengan bahan bakar *Liquefied Petroleum Gas* pada rasio kompresi 8,6 : 1 (rendah) sebesar 1533 ppm, pada rasio kompresi 9,3 : 1 (standar) sebesar 1270 ppm dan

pada rasio kompresi 10 : 1 (tinggi) sebesar 820 ppm.

3. Kadar emisi gas buang CO dan HC paling rendah yang dihasilkan sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc dengan bahan bakar *Liquefied Petroleum Gas* adalah pada rasio kompresi 10 : 1 (tinggi) yaitu dengan kadar emisi gas buang CO sebesar 0,026 % dan kadar emisi gas buang HC sebesar 820 ppm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arends, BPM & Berenschot, H. (1980). *Motor Bensin*. Terj. Arismunandar, Wiranto. Jakarta: Erlangga.
- Arends, BPM & Berenschot, H. (1980). *Motor Bensin*. Terj. Sukrisno, Umar. Jakarta: Erlangga.
- Arikunto, Suharsimi. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Azis, M. (2012). *Analisis Penggunaan Bahan Bakar Liquefied Petroleum Gas (LPG) Terhadap Komsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang CO Dan HC Pada Motor Supra X 125R Tahun 2009*. Skripsi Tidak Dipublikasikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Badan Pusat Statistika. (2012). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor menurut Jenis Tahun 1987-2011*. Diperoleh 20 September 2013, dari <http://www.bps.go.id/tabsub/view.php?tabel=1&idsubyek=17&notab=12>
- DR.P.V. Chadha (1995). *Karbon Monoksida, Ilmu Forensik dan Toksikologi*, Edisi 5, Jakarta: Widya Medika.
- Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret. (2012). *Pedoman Penulisan Skripsi*. Surakarta: UNS Press.
- Jama, J & Wagino. (2008). *Teknik Sepeda Motor Jilid 2 untuk SMK*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan

- Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Kamboj K.S & Kairimi N.M. (2012). *Effects of Compression Ratios, Fuel and Specific Heats on The Energy Distribution in Spark – Ignition Engine. International journal of emerging technology and advanced engineering volume 2, issue 8, august 2012*).
- Lanje A.S & Deshmukh M.J. (2012). *Performance and Emission Characteristic of SI Engine Using LPG – Ethanol Blends: A Review. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering Volume 2, Issue 10, October 2012*).
- Mamidi T, Suryawnshi J.G. (2012). *Investigations on S.I. Engine Using Liquefied Petroleum Gas (LPG) As an Alternative Fuels. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) Volume 2, Issue 1, January-February 2012, Pp. 362-367*.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 Tentang Kebijakan Energi Nasional.
- Pundkar A.H, Lawankar S.M, Deshmukh S. (2012). *Performance and Emissions of LPG Fueled Internal Combustion Engine: A Review. International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 3, issue 3, march -2012*.
- R.R. Saraf, S.S.Thipse & P.K.Saxena. (2009). *Comparative Emission Analysis of Gasoline/LPG Automotive Bifuel Engine. International Journal of Civil and Environmental Engineering 1:4 2009*.
- Rastoto, N.E. (2013). *Pengaruh Perubahan Waktu Pengapian (Ignition Timing) Terhadap Emisi Gas Buang CO dan HC pada Sepeda Motor Yamaha Vega R 110 cc Tahun 2008 dengan Bahan Bakar LPG (Liquefied Petroleum Gas)*. Skripsi Tidak Dipublikasikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Seshaiah, N. (2010). *Efficiency and Exhaust Gas Analysis of Variable Compression Ratio Spark Ignition Engine Fuelled With Alternative Fuels. International Journal Of Energy And Environment Volume 1, Issue 5, 2010 Pp. 861-870*.
- Sudjana. (2002). *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito
- Sugiyono. (2011). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: CV Alfabeta.
- Syed Ali M. M, Nazrul Islam S. M, Sapuan . S.M and Megat H. M. (2001). *Effects of Compression Ratio on Turbulence Kinetic Energy and Dissipation in The Suction Stroke of A Four Stroke Internal Combustion Engine. 4<sup>th</sup> International Conference on Mechanical Engineering, December 26-28, 2001, Dhaka, Bangladesh/Pp. III 165-172*.
- Winarto, E. (2013). *Pengaruh Bahan Bakar Premium, Pertamina, Pertamina Plus dan Variasi Rasio Kompresi Terhadap Kadar Emisi Gas Buang CO dan HC pada Suzuki Shogun FL 125 Tahun 2007*. Skripsi Tidak Dipublikasikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.